12. 1906, TH. NOACK, Zool. Anz. XXIX, p. 631—633.
13. 1911, H. SCHOUTEDEN, Rev. Zool. Afr. I, p. 222—229, 287, pl. 12 u. 13.
14. 1914, ... Rev. Zool. Afr. III, p. 391—397, pl. 11 u. 12.

Tafelerklärung.

Tafel II, Abb. 2.

Zwergelephant (*Loxodonta africana pumilio* NOACK) aus dem Fernand-Vaz Distrikt, weiblich, angekommen im Berliner Zool. Garten 30. 5. 25, eingeführt von CARL HAGENBECK, Hamburg-Stellingen, etwa 8 Jahre alt. Bei Ankunft in Berlin Schulterhöhe 130 cm, Gewicht 375 kg. Schulterhöhe am 22. 6. 26 134 cm, Gewicht am 24. 7. 26 492 kg.

Tafel II, Abb. 3.

Rhodesiaelephant (*Loxodonta africana knochenhaueri* MTSCH.) männlich, gefangen von dem damals in HAGENBECK'schen Diensten befindlichen CHRISTOPH SCHULZ, angekommen 10. 4. 24, angeblich 3 Jahre alt. Bei Ankunft in Berlin Schulterhöhe 145 cm, Gewicht am 23. 8. 24 650 kg. Schulterhöhe am 22. 6. 26 178 cm, Rückenhöhe 286 cm, Gewicht am 24. 7. 26 1143 kg.

---

6). Mechanik der Tigerzehen.

Von HANS VIRCHOW (Berlin).

Mit 2 Tafeln und 8 Text-Abbildungen.

Es ist immer anziehend, einen mechanischen Apparat des Körpers in hochspezialisierter Form zu beobachten. Man fühlt sich durch diesen Anblick erhoben, und von einem solchen Gipfel aus beurteilt man auch diejenigen Modifikationen des gleichen Apparates, die flacher und weniger ausdrucksvoll sind, mit mehr Verständnis.

Einen derartigen hochspezialisierten Apparat stellt der Fuß der Katze dar. In Wahrheit sind es zwei Apparate, ein Krallapparat und ein Stützapparat, jeder von ihnen in seiner Art vollendet.

Es ist bei Säugetieren sehr gewöhnlich, daß in einer Extremität mehrere Apparate vereinigt sind, daß eine Extremität für mehrere Funktionen zu dienen hat. Damit steigert sich jedesmal unser Interesse. Wir haben nun zu fragen, wie die zwei (oder mehr) Apparate miteinander auskommen, ob sie ungehemmt nebeneinander bestehen können. Auf diese Frage erhalten wir Auskunft durch die Beobachtung der lebenden Tiere: der Husarenaffe läuft flink über den Boden, mit gleicher Sicherheit klettert er aber; sein Stützapparat und sein Greifapparat

stören sich nicht. Der Orang dagegen bewegt sich auf dem Boden mit solcher Unbeholfenheit, daß man sofort merkt: sein Stützapparat ist zugunsten des Greifapparates verschlechtert. Der Seelöwe, der uns durch seine Schwimmleistungen in Erstauen versetzt, macht auf dem Lande eine geradezu klägliche Figur, wozu allerdings bei ihm noch die gänzliche Haltlosigkeit der Wirbelsäule beiträgt. Myrmecophaga, die auf ihren eingeschlagenen Krallen gehen muß, hat ihre Gehfähigkeit verschlechtert, um starke Grabapparate auszubilden. Bei der Katze dagegen bestehen beide Apparate nebeneinander ohne sich im geringsten zu stören. Bei dem schreitenden Tiger ahnen wir gar nicht, daß er Krallen hat; kein Klappern verrät dieselben, und es scheint, daß gerade die Notwendigkeit geräuschlosen Ganges die Veranlassung für die Vollkommenheit des Krallapparates ist.

Bei einem Tier, welches so sehr zum täglichen Umgange vieler Menschen gehört wie die Katze, ist natürlich ein so bevorzugtes Bein schon genau untersucht, und dabei sind die beiden erwähnten Eigenschaften desselben, Krallapparat und Stützapparat, zur Beachtung gelangt. Wenn ich trotzdem noch einmal darauf komme, so ist es, weil 1. ein Tiger ein größeres Tier ist als eine Katze und daher manches an ihm doch noch deutlicher zu sehen ist, und weil 2. das Skelett des Beines nach Form aufgestellt ist. Dafür wurde die leicht geduckte Haltung gewählt, welche ja für die Katze so charakteristisch ist.

Dieses Präparat (Abb. 1) würde schon für sich, als Demonstrationsobjekt, auch wenn garnichts gesagt werden sollte, was man an ihm lernen kann, eine Mitteilung verdienen, nur um zur Anschauung zu bringen, wie ein richtig aufgestelltes Fußskelet aussieht, wie sehr es sich unterscheidet von den abscheulichen Fußskeleten von Raubtieren, die wir in zoologischen und vergleichend anatomischen Sammlungen sehen müssen und die so gar nichts Überzeugendes, Anregendes, Suggestives haben. Der Katzenfuß ist in dieser Hinsicht besonders schwierig. Ein erfahrener, geschickter Präparator, dem nur die isolierten Knochen und die Beobachtung des Lebenden zur Verfügung stehen, würde wohl im Stande sein, das Skelet eines Pferdebeines richtig aufzustellen, aber nicht dasjenige eines Tigerbeines. Er würde sich gar nicht die dreimaligen scharfen Knickungen, die sich an allen vier Strahlen wiederholen, ausdenken können. Ich habe sogar die Erfahrung gemacht, daß viele Beschauer des fertigen Präparates im ersten Augenblick gar nicht imstande sind, die Eigenart desselben zu erfassen. Das Skelett des Tigerfußes atmet eine so unerhörte Kühnheit, es hat

Abbildung 1.
Knochen des linken in leicht geduckter Haltung gehärteten Beines des Tigers, in Form zusammengesetzt, von der lateralen Seite. — Der Bügel unter den Köpfchen der Mittelfußknochen gibt die Höhe des Polsters an.

etwas so Nervöses, Zappeliges, Gewalttätiges, daß man ihm zunächst verständnislos gegenübersteht; man erfaßt es auch nur dann vollkommen, wenn man es nicht gleich im ganzen vor sich hat, sondern wenn man es entstehen sieht, so wie man ein Bauwerk nur dann vollkommen begreift, wenn man es aus seinen Baugliedern und die Bauglieder aus den Bausteinen sich zusammenfügen sieht. In unserem Falle sind diejenigen Bauglieder, die uns am meisten zum Verständnis helfen, die einzelnen Strahlen, von denen deswegen einer in Figur vorgeführt sei (Abb. 2).

Abbildung 2. Knochen des vierten Strahles des in Abb. 1 dargestellten Tigerbeines in Form zusammengesetzt, von der lateralen Seite.

Das Präparat soll aber mehr sein als nur Demonstrationspräparat. Es ist damit gegangen, wie es mit den Skeletpräparaten nach Form immer geht: Sie lassen sich nicht in den Rahmen einer einseitigen Fragestellung einspannen; wenn sie fertig sind und schon während sie entstenen, antworten sie auf Fragen, die gar nicht gestellt sind, stellen selber Fragen, an die niemand gedacht hat, und tragen dadurch zur Erweiterung und Vertiefung der Probleme bei.

Während das eine Bein für die Aufstellung nach Form Verwendung fand, habe ich an dem anderen die anatomische Präparation durchgeführt. — Ich will mich nun zuerst mit dem Krallapparat und dann mit dem Stützapparat beschäftigen.

A. Krallapparat.

Knochen und elastische Bänder.

Wenn man von der Katze im gewöhnlichen Leben sagt, sie ziehe die Krallen ein, so ist das selbstverständlich falsch, da ja die Krallen fest mit den dritten Phalangen verbunden sind. Die Krallen werden nicht eingezogen, sondern die dritten Phalangen werden dorsalwärts geklappt, und zwar so weit, daß nicht nur die dorsalen Seiten dieser Phalangen auf den dorsalen Seiten der zweiten Phalangen aufliegen würden, sondern noch weiter, so daß die dritten Phalangen an den Seiten der zweiten Phalangen entlang gleiten. Man könnte danach im Interesse einer noch schärferen Beschreibung das Zurückklappen in zwei Phasen teilen: eine erste bis dahin, wo die Oberseite der dritten Phalanx in der Ebene der Oberseite der zweiten Phalanx angelangt ist, und eine zweite, in welcher die dritte Phalanx an der Seite der zweiten noch weiter gleitet. Da dies stets an der lateralen Seite der zweiten Phalanx geschieht, so ist in der Endstellung die Spitze der Kralle nicht rein nach vorn, sondern zugleich etwas medialwärts gerichtet.

Um den dritten Phalangen dieses Entlanggleiten an den zweiten zu ermöglichen, sind die letzteren unsymmetrisch gestaltet, ihre dorsalen Kanten liegen nicht median, sondern sind nach der medialen Seite verschoben.

Das Zurückklappen der dritten Phalangen geschieht, wie man weiß, nicht durch Muskeln (über das Verhalten der Sehnen des Extensor digitorum communis wird nachher gesprochen werden), sondern ganz von selbst; es wird automatisch zuwege gebracht durch elastische Bänder es geschieht also durch Kräfte, die nicht der Abstufung zugänglich sind wie die Arbeit der Muskeln, sondern die sozusagen blind wirken, immer mit der gleichen Stärke und in der gleichen Richtung.

Von solchen elastischen Bändern gibt es an jeder Zehe zwei Arten: ein paariges und ein unpaares. Das paarige entspringt am ganz proximalen Ende der 2. Phalanx auf der dorsalen Seite und befestigt sich an der 3. Phalanx dicht am Hautansatz und mehr nach

der plantaren Seite hin (Abb. 3); das unpaare Band ist auf die laterale Seite beschränkt (Abb 4); es entspringt am distalen Ende des Schaftes der 2. Phalanx und befestigt sich an der 3. Phalanx dorsal, nämlich an der Ecke, welche die dorsale und die proximale Kante miteinander bilden. Die proximal entspringenden Bänder befestigen sich also mehr distal und das distal entspringende Band befestigt sich mehr proximal [1]).

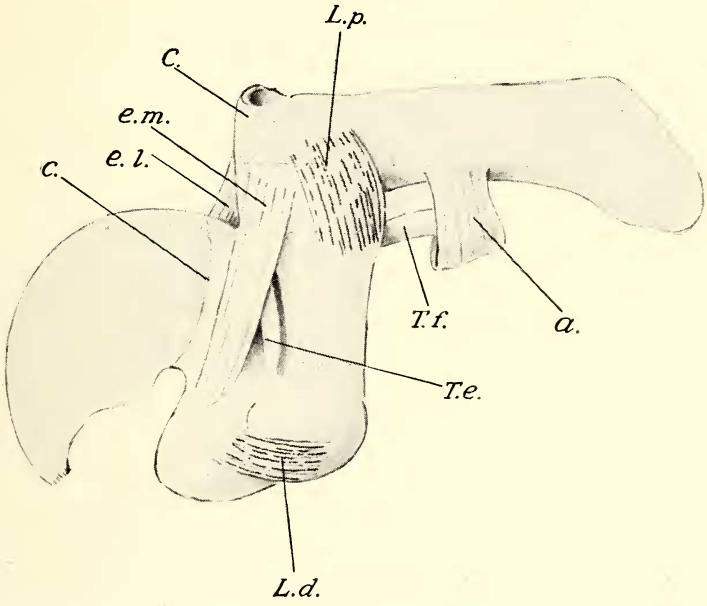


Abbildung 3. Vierte Zehe des rechten Fußes von der medialen Seite.
a. Ligam. annulare.
c. Ansatzlinie del Haut an die Krallenphalanx.
C. Sehnenkappe, mit welcher die Sehne des Ext. longus endigt.
e. l. Laterales proximal entspringendes elastisches Band.
e. m. Mediales proximal entspringendes elastisches Band.
L. d. Med. Seitenband der Artic. interphal. II.
L. p. Med. Seitenband der Artic. interphal. I.
T. e. Band, in welches die Sehne des Ext. l. sich fortsetzt.
T. f. Sehne des Flexor brevis.

Von den drei Bändern ist das distal entspringende an allen vier Zehen genau gleich. Von den beiden proximal entspringenden ist das laterale ebenfalls an allen vier Zehen genau gleich. Das mediale

[1]) Die Angabe bei MAX WEBER „Die Säugetiere" Fig. 387 auf S. 517 ist ungenau, indem dort nur das unpaare aber nicht das paarige Band erwähnt wird.

dagegen zeigt leichte Unterschiede, wenigstens war das bei meinem Exemplar der Fall. Vielleicht haben diese Unterschiede keine Bedeutung, vielleicht haben sie es aber doch, indem die mechanischen Verhältnisse etwas anders liegen. Ich teile sie deshalb mit.

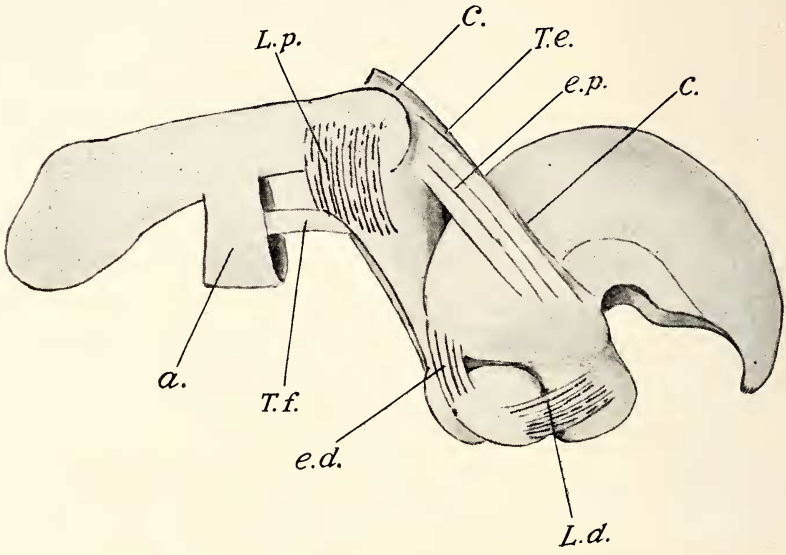


Abbildung 4. Die gleiche vierte Zehe wie in Fig. 3 von der lateralen Seite.

a. Ligam. annulare.
c. Ansatzlinie der Haut an die Krallenphalanx.
C. Sehnenkappe, mit welcher die Sehne des Ext. longus endigt.
e. d. distal entspringendes unpaares elast. Band.
e. p. laterales proximal entspringendes elast. Band.
L. d. laterales Seitenband d. Artic. interph. II.
L. p. laterales Seitenband d. Artic. interphal. I.
T. e. Band, in welches die Sehne des Ext. l. sich fortsetzt.
T. f. Sehne des Flexor brevis.

Das mediale der proximal entspringenden Bänder ist an der fünften Zehe ungeteilt, entspringt nur wenig an der zweiten, hauptsächlich schon an der ersten Phalanx und mehr dorsal wie das laterale Band. Ganz ebenso ist es an der vierten Zehe. An der dritten und an der zweiten Zehe dagegen sind anstelle des einen Bandes mehrere vorhanden, an der dritten Zehe deren drei, an der zweiten Zehe zwei. Von diesen entspringt eines so wie das ungeteilte Band an der vierten und fünften Zehe, das andere bezw. die beiden anderen an der zweiten

Phalanx lateral von der Strecksehne. Der lateralwärts gerichtete Zug ist also an der dritten und zweiten Zehe noch stärker betont. Im Ansatz an die dritte Phalanx verhalten sich die medialen Bänder an allen vier Zehen gleich.

Die beiden proximal entspringenden Bänder zusammen können ihrer mechanischen Wirkung nach als eine Schlinge aufgefaßt werden, die unter der 3. Phalanx herumgeführt ist und diese heraufholt, deren beide Schenkel aber am Knochen befestigt sind.

Spielt man am frischen Präparat mit einer Zehe, indem man die 3. Phalanx abwechselnd plantarwärts beugt und wieder losläßt, und achtet man dabei auf die elastischen Bänder, so sieht es so aus, als wenn die proximal entspringenden Bänder und das distal entspringende Band ganz dasselbe machen. Es gibt aber doch einen Unterschied in der Wirkung, der zwar nicht für die erste, wohl aber für die zweite Phase des Zurückklappens Bedeutung hat: das distal entspringende (also unpaare) Band ist das führende, richtungbestimmende. Ja es wird sogar das laterale der proximal entspringenden Bänder durch die andrängende 3. Phalanx bezw. Kralle etwas nach der Seite ausgebogen. Indem aber dieses Band doch seine Spannung behält und von der Seite her auf die 3. Phalanx drückt, wirkt es ebenfalls gangbestimmend auf diese ein. Das kann erst voll verständlich werden durch Betrachtung des Gelenkes zwischen 2. und 3. Phalanx. Zuvor aber empfiehlt es sich, die Muskeln zu berücksichtigen.

Muskeln.

Wir betrachten zuerst die dorsale und dann die plantare Seite.

Extensoren. — Es gibt einen Extensor digitorum communis longus und einen gleichnamigen brevis.

Extensor longus. — Die Sehnen des Extensor longus setzen sich nicht in der Weise, wie wir es vom Menschen kennen und wie es deutlicher an dessen Fingern zu sehen ist, auf die zweiten und dritten Phalangen fort, sondern sie endigen zunächst an fibrösen Kappen, welche den Köpfchen der ersten Phalangen aufsitzen. Die Kappen, zugleich Bestandteile der Sehnen und der Gelenkkapseln, sind viel steifer als Gelenkkapseln sonst; sie passen mit Leisten in die Rinnen der Köpfchen der ersten Phalangen hinein, sind aber — was für unsere Betrachtung das Wichtige ist — durch straffe Bänder an die Wülste an den Seiten der Köpfchen der ersten Phalangen festgeheftet,

so daß sie nicht weggleiten können. Dadurch ist bedingt, daß der Zug der Strecksehnen nur auf die ersten Phalangen zu wirken vermag.

Die Strecksehnen dürften also an dieser Stelle aufhören. Das tun sie aber nicht, sondern sie setzen sich in veränderter Gestalt jenseits der Kappen fort, nämlich in Form von Bändern, welche rund und schmäler als die Sehnen selbst sind (Abb. 5). Diese Bänder liegen den

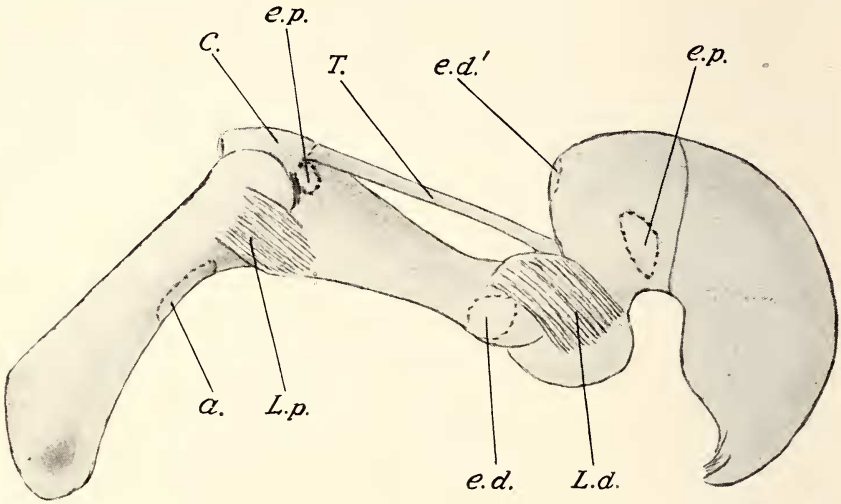


Abbildung 5. Die gleiche vierte Zehe wie in Fig. 3 u. 4 nach Entfernung der elastischen Bänder bei Plantarflexion des Endgliedes von der lateralen Seite.

a. Ansatzstelle des Ligam. annulare.
C. Sehnenkappe, mit welcher die Sehne des Ext. l. endigt.
e. d. Ursprungsstelle des distal entspringenden elast. Bandes.
e. d'. Ansatzstelle des distal entspringenden elast. Bandes.
e. p. Ursprungsstelle des proximal entspringenden elast. Bandes.
e. p'. Ansatzstelle des proximal entspringenden elast. Bandes.
L. d. laterales Seitenband der Artic. interphal. II.
L. p. laterales Seitenband der Artic. interphal. I.
T. Band, in welches die Sehne des Ext. l. sich fortsetzt.

zweiten Phalangen nicht fest an, sondern sind von ihnen durch lockeres Bindegewebe getrennt. Sie befestigen sich an den dritten Phalangen gleich vor deren Basen, und zwar an den medialen Seiten.

Was ist nun die Aufgabe dieser Bänder? Auf die zweiten Phalangen können sie nicht wirken, da sie nicht mit ihnen verbunden sind; die dritten Phalangen zurückziehen können sie nicht, da, wie gesagt, ihre hinteren Enden festliegen und da die Zurückziehung bereits durch die

elastischen Bänder so ausgiebig besorgt wird, daß in Endstellung sogar die Ansätze der Sehnenendstücke gefaltet sind (Abb. 6).

Indessen sie sind doch da; und da sie da sind, müssen sie auch eine Bedeutung haben. Für eine solche bleibt nur übrig, daß sie als Hemmungsbänder einer sonst möglichen Überbeugung entgegenwirken.

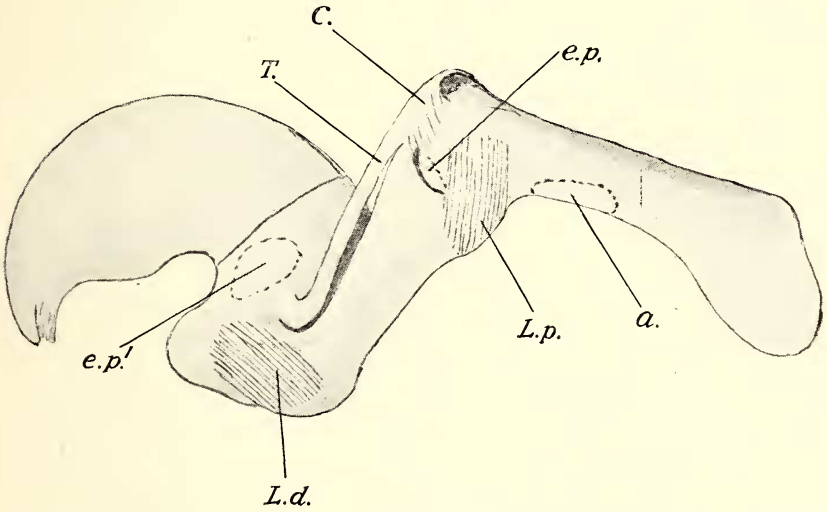


Abbildung 6. Die gleiche vierte Zehe wie in Fig. 3, 4, 5 nach Entfernung der elastischen Bänder bei Dorsalflexion des Endgliedes von der medialen Seite.

a. Ansatzstelle des Ligam. annulare.
C. Sehnenkappe, mit welcher die Sehnen des Ext. l. endigt.
e. p. Ursprungstelle des proximal entspringenden elast. Bandes.
e. p'. Ansatzstelle des proximal entspringenden elast. Bandes.
L. d. mediales Seitenband der Artic. interphal. II,
L. p. mediales Seitenband der Artic. interphal. I.
T. Band, in welches die Sehne des Ext. l. sich fortsetzt.

Über die Sehnen des Extensor longus sei noch folgendes bemerkt: Auf der distalen Hälfte des Mittelfußes weichen die vier Sehnen auseinander, verbreitern sich aber dabei unter Abflachung sehr stark und sind mit der Fascie innig verbunden, so daß sie dadurch untereinander zusammenhängen. Das weist darauf hin, daß die Zehen gleichzeitig und gleichstark agieren. Das wird dadurch noch verstärkt, daß die vierte Sehne nicht nur zur fünften, sondern auch zur vierten Zehe und die dritte Sehne nicht nur zur vierten, sondern ebenso zur dritten Zehe geht. Auf der Zehe angelangt, teilen sich diese Sehnen

nicht in einen Mittelzipfel für die zweite und dritte Phalanx, sondern beschränken sich auf die erste Phalanx. Demgemäß wird auch durch Zug an diesen Sehnen nur Bewegung der ersten Phalangen hervorgerufen, die zweiten und dritten Phalangen dagegen behalten ihre Lage zur ersten unverändert bei.

Extensor brevis (Abb. 7). — Der Muskel ist kräftig; entspringt in Breite von 4.5 cm an dem sehr starken Ligam. fundiforme, außerdem am vorderen Stück der dorsalen Fläche des Calcaneus, vor allem aber sehr stark sehnig an der ganzen dorsalen Fläche des Cuboides, am

Abbildung 7. Die 3 Phalangen der vierten Zehe des rechten Fußes von der lateralen Seite

a. an der ersten Phalanx: Ansatzstelle des Ligam. annulare umbrannt.
d. an der zweiten und dritten Phalanx: Ansatzstellen des unpaaren distal entspringenden Bandes, umbrannt.
p. an der zweiten und dritten Phalanx: Ansatzstellen des paarigen proximal entspringenden elastischen Bandes, umbrannt.

dritten Cuneiforme und an den Basen des dritten bis fünften Metatarsale. Dieses Ursprungsfeld ist, von vorn nach hinten gemessen, 5 cm lang. Er teilt sich in drei gleichstarke Portionen, deren erste 3 Sehnen und deren zweite und dritte je eine Sehne abgeben. Von den 3 Sehnen der ersten Portion geht die mediale an die mediale Seite der zweiten Zehe, die mittlere vereinigt sich mit der Sehne des Extensor longus zur zweiten Zehe, die laterale geht an die mediale Seite der dritten Zehe. Die Sehne der zweiten Portion geht in ganz entschiedener Weise an die laterale Seite der dritten Zehe, und die Sehne der dritten Portion ganz ebenso an die laterale Seite der vierten

Zehe. An die fünfte Zehe gibt der Muskel nichts ab, verhält sich also in dieser Hinsicht wie beim Menschen.

Ein Einfluß auf die zweiten und dritten Phalangen und damit auf den Krallapparat kommt bei diesem Muskel womöglich noch weniger in Betracht wie bei dem Extensor longus. — Auffallend ist bei ihm die weitgehende und funktionell nicht erklärliche Asymmetrie, die sehr absticht von der Symmetrie in der Anordnung der Zehen.

Peroneussehne. — An die fünfte Zehe geht als Ersatz für die fehlende Sehne vom Extensor brevis eine Portion des Peroneus brevis bezw. ein selbständiger Peroneus (Taf. 3 Abb. 9). Dieser ist am Ursprunge vollkommen mit dem Peroneus brevis verbunden, erscheint als ein Teil von diesem, reicht aber weder so weit nach oben noch so weit nach unten wie der Peroneus. Der Ursprung dieser Kleinzehenportion ist 10 cm lang, beginnt aber erst 5 cm weiter unten wie der Peron. br. selbst und hört 11 cm höher oben auf. Gleich nach dem Ursprunge ist diese Zehenportion selbständig. Sie wird schon 4 Querfinger oberhalb der Spitze des Malleolus sehnig (während der Hauptteil des Muskels erst am Malleollus rein sehnig wird), und diese Sehne geht in demselben Fach wie die des Peroneus brevis unterhalb des Malleolus later. auf den Fuß, läuft dann oberhalb des lateralen Fußrandes nach vorn und endigt nicht an der Basis sondern am Capitulum der ersten Phalanx der fünften Zehe, ist aber doch mit dem Bindegewebe an der Basis dieser Phalanx fester verbunden.

Der Extensor digitorum brevis samt seiner Ergänzung durch den Peroneus brevis hat gar keinen Einfluß auf den Krallapparat. Es ist jedoch eine Eigentümlichkeit dieses Muskels der Beachtung wert, nämlich die auffallende Asymmetrie in seiner Anordnung, welche so sehr absticht von der großen Symmetrie im Bau der Metatarsalien und Phalangen. Dafür würde es wohl schwer, wenn nicht unmöglich sein, unter dem Gesichtspunkte der Funktion eine Erklärung zu finden.

Flexores digitorum communes longi. — Wie beim Menschen gibt es zwei lange gemeinsame Zehenbeuger, von denen der eine an der Fibula entspringt (Flexor fibularis), der andere an der Tibia (Flexor tibialis). Beim Menschen werden sie gewohnheitsmäßig als Flexor hallucis longus und Flexor digitorum longus bezeichnet. Daß diese Bezeichnungen schlecht sind, erkennt man auf's Deutlichste beim Tiger und auch bei anderen Säugetieren, bei welchen es gar keine erste Zehe gibt und doch der an der Fibula entspringende Muskel

weitaus der stärkere ist sowie auch seine Sehne, welche nicht nur breiter sondern auch dicker ist wie die des Flexor tibialis; die des Flexor fibul. ist 11 mm, die des Flexor tibialis nur 7 mm breit. Beide Sehnen vereinigen sich dort, wo der Quadratus plantae an sie herantritt, zu einer steifen dicken Sehnenplatte, welche bis dahin, wo sie sich in die Sehnen für die Zehen teilt, 10 cm lang ist. Sie ist 3 cm breit, verbreitert sich aber nach vorn.

Die von dieser Platte ausgehenden Sehnen treten an die Wülste an den Basen der Endphalangen (Tafel 4, Abb. 12). Sie werden an ihren Enden schmäler, am Ansatze jedoch wieder breiter und haben an ihren Enden je eine Längsfurche. Auf dem Durchschnitt bemerkt man zwei dunklere Felder, die durch ein weißes Septum geschieden sind. Das Köpfchen der zweiten Phalanx ist gegen die Sehne geschützt durch ein straffes steifes Querband; Sesambeine sind aber weder in diesem noch in den Sehnen vorhanden.

Quadratus plantae (Abb. 13 auf Taf. 4). — Der Quadratus entspringt nur lateral, nicht medial und zwar an der lateralen Seite des Calcaneus. Da sein Ursprung weit dorsalwärts reicht, so ist der Muskel halbröhrenförmig gebogen. Am Ursprunge ist er 5.5 cm breit; sein Ursprung reicht gerade vom Processus trochlearis bis zum Ansatz des Ligam. calcaneo-fibulare. Er entspringt fleischig, zieht schief median- und vorwärts, geht unter der Sehne des Flexor digit. fibul. vorbei und verbindet sich, sehnig geworden, mit der Sehne des Flexor tibialis und zwar in eigentümlicher Weise, indem die Fasern seiner Sehne, nachdem diese sich schon mit der des Flexor digit. verbunden hat, distalwärts, d. h. in die Richtung der Flexorsehne abbiegen.

Da dieser Muskel einen anderen Ursprung und eine andere Richtung hat wie beim Menschen, so muß auch seine Bedeutung verschieden sein. Übereinstimmend ist jedenfalls die Beeinflussung der Zugrichtung der Zehenbeuger. Aber sein Verlauf beim Tiger deutet darauf hin, daß er den Flexor digitorum vor dem Abgleiten nach der medialen Seite bewahren soll.

Die Plantarflexion (das „Herausstrecken der Krallen") der Endphalangen wird also ausgeübt durch die Sehnen der langen Flexoren. Freilich wenn wir einen stehenden oder schreitenden Tiger oder Löwen betrachten und dabei bemerken, wie die Füße fest aufgestemmt, die Krallen dagegen untätig im Fell verborgen sind, so will es uns befremdlich erscheinen, daß die beiden mächtigen am Unterschenkel entspringenden Flexoren nur den Endphalangen zur Verfügung stehen

sollen. Wenn aber die einen Baum erklimmende Katze mit ihrem ganzen Körper an den Krallen hängt, oder wenn der Tiger eine zappelnde Beute festhält, so sieht die Sache schon anders aus.

Die Zurückziehung der Endglieder, obwohl sie nicht durch Muskeln sondern durch eine sozusagen blinde Kraft geschieht, ist doch auf's Feinste geregelt. Das kann man auf's Schönste sehen, wenn einer jungen Katze ein fremder Mensch entgegentritt und sie nicht weiß, ob die Begegnung freundlich oder feindlich ausfallen wird. Dann treten ihre Krallen in schnell wechselndem Spiel bald etwas mehr vor, bald etwas mehr zurück, und es spiegelt sich darin in feinster Weise die schwankende Stimmung. So vollziehen sich bei diesem eigentümlichen Antagonismus, wo auf der einen Seite elastische Kraft, auf der anderen Muskelarbeit steht, doch die Bewegungen ebenso beherrscht und fein abgestuft, als wenn auch auf der dorsalen Seite Muskeln wirkten.

Mit den Feinheiten des Krallapparates sind wir aber noch nicht zu Ende.

An dem nach Form aufgestellten Fuß macht man eine wichtige, auf den Krallapparat bezügliche Entdeckung. Während nämlich in den proximaleu Interphalangealgelenken die Spalten gleichmäßig weit sind und die Knochenoberflächen sich kongruent gekrümmt gegenüberstehen, sind in den distalen Interphalangealgelenken die Spalten hier weiter, dort enger. Der Beschauer wird wohl mit der Erklärung bei der Hand sein, daß die Ausführung der Skeletaufstellung nicht sorgfältig gemacht sei. — Es soll durchaus nicht verschwiegen werden, daß bei Aufstellungen nach Form Fehler vorkommen können und auch tatsächlich vorkommen; aber darum handelt es sich hier nicht. Wie sollte denn der Fehler gerade nur die distalen und nicht auch die proximalen Interphalangealgelenke treffen? Es liegt nicht ein Fehler der Bearbeitung sondern eine Eigentümlichkeit der Gelenke vor.

Betrachtet man, durch solche Unregelmäßigkeiten aufmerksam gemacht, die Gelenkenden der Knochen genauer als man es gewöhnlich zu tun pflegt, so bemerkt man einen wesentlichen Unterschied zwischen den Knochen, welche das erste Interphalangealgelenk und denen, welche das zweite Interphalangealgelenk bilden: Die Basen der zweiten Phalangen haben dorsalplantare Leisten, welche genau in die Kehlungen an den Köpfchen der ersten Phalangen passen und den einachsigen Gang der zweiten Phalangen gegen die ersten sichern.

Die Basen der dritten Phalangen dagegen tragen einfache Hohlzylinderflächen ohne dorsoplantare Leisten.

Daß das etwas Besonderes ist, ersieht man daraus, daß es bei anderen Säugetieren anders ist. Beim Tapir z. B. sind an den zweiten Phalangen die Köpfchen tiefer gekehlt, an den ersten Phalangen sind sie flacher.

Das ist aber noch nicht alles. Die Köpfchen der zweiten Phalangen beim Tiger sind an ihrem plantaren Abschnitt flacher, an ihrem dorsalen Abschnitt stärker gekrümmt (Abb. 7). Dadurch wird bedingt, daß wenn sich die dritten Phalangen in gestreckter Lage befinden, ihre Basen und die Köpfchen der zweiten Phalangen kongruent gekrümmt sind, also strenger schließen, wenn dagegen die dritten Phalangen nach der dorsalen Seite emporgezogen sind, der Schluß nicht so streng ist, daher die dritten Phalangen nicht nur flexorisch bewegt, sondern auch leicht seitlich verschoben und sogar etwas gedreht werden können, daß mit anderen Worten in dieser Lage die dritten Phalangen etwas wackelig stehen, wovon man sich auch am frischen Präparat leicht überzeugen kann. — Das könnte nun von strengen Gelenkmechanikern als ein Beispiel „schlechter Ausführung“ angesehen werden, welche die Natur sich hat zu Schulden kommen lassen. Wenn man aber an vielen Beispielen erlebt hat, welche Vollkommenheiten es im Gelenkbau gibt, die wir im ersten Augenblick gar nicht als solche erkennen, so wird man auch in diesem Falle danach suchen, ob die besprochene Eigentümlichkeit nicht „beabsichtigt“ sei. Und dafür läßt sich tatsächlich etwas anführen: Wenn die Katze einen Baum erklimmt, wobei ihr Körper leichtseitliche Bewegungen gegenüber den eingeschlagenen Krallen macht, oder wenn der Tiger eine Beute festhält, so mag es von Vorteil sein, daß die zweiten Interphalangealgelenke nicht strenge Scharniere bilden, sondern ein gewisses Maaß von Nebenbewegungen gestatten. Was also als „Unvollkommenheit“ im ersten Augenblick erschien, das mag sich bei näherem Zuschauen als höhere Vollkommenheit herausstellen.

Damit tritt nun auch erst der Apparat der elastischen Bänder in seiner ganzen Vollkommenheit hervor, denn der Gang, den diese den Endgliedern erteilen, ist, wie man beim Spielen mit den Endgliedern sehen kann, trotz der in den zweiten Interphalangealgelenken bedingten scheinbaren Unsicherheit doch ein ganz strenger. Der Apparat der elastischen Bänder erfüllt also zwei Aufgaben: 1. er ersetzt Muskeln, welche sonst die Endglieder zurückziehen müßten,

2. er ergänzt Gelenke, insofern als diese nicht so genau gebaut sind, um selbst einen ganz sicheren Gang der Bewegungen zu gewährleisten.

B. Stützapparat.

Sohlenpolster.

Der Stützapparat wird schon an dem noch mit Haut bedeckten Körper signalisiert durch die Sohlenpolster, um so klarer, da diese Polster von rechtwinklig zur Haut gestellten Flächen umgeben und durch behaarte Hautabschnitte voneinander getrennt sind.

Es gibt zweierlei Polster: das große hintere metatarsale Polster und die vier vorderen kleinen Zehenpolster (Abb. 10 auf Taf. 3). Erst durch das nach Form aufgestellte Präparat wird die Beziehung zwischen Skelet und Polstern klar zur Anschauung gebracht. Die Metatarsalien steil abwärts gerichtet, weisen mit ihren Köpfchen in das hintere Polster hinein; von da aus gehen die ersten Phalangen nach vorn, horizontal beim zweiten und fünften Strahl, ansteigend beim dritten und vierten, weil deren Metatarsalien weiter nach unten reichen. Die zweiten Phalangen, von neuem steil nach unten gerichtet, weisen mit ihren Köpfchen in die Zehenpolster hinein.

Digitigradie. — Hier sei etwas eingeschoben: Die beschriebene Knochenstellung kann uns darüber belehren, daß wir uns dauernd im Irrtum befunden haben mit der hergebrachten Vorstellung, die Katzen seien Zehengänger. Die Unterscheidung von Plantigradie und Digitigradie, nützlich zur Einführung, erweist sich als Hemmschuh für feinere Auffassung. Der Tiger ist nicht digitigrad sondern metatarsodigitigrad; er hat zwei hinter einandergelegene Stützungen, eine Metatarsalienstützung und eine Phalangenstützung. Das Polster und das richtig, d. h. nach Form aufgestellte Skelet erklären sich gegenseitig, der Eindruck des einen wird durch den des anderen verstärkt.

Das *metatarsale Polster.* — Ich will auf die Zehenpolster nicht eingehen, sondern mich auf das metatarsale Polster beschränken. Dieses hat, von der Fläche gesehen, Herzform mit abgeschnittener Spitze; der proximale Rand ist zweimal eingekerbt, also dreiteilig, der distale Rand hat Ausschnitte, in welche die Zehenpolster passen. Alle fünf Polster zusammen schließen also bei Stützstellung des Fußes eng aneinander, stellen sozusagen ein einziges Polster dar. Es finden sich jedoch zwischen dem Mittelfußpolster und den Zehenpolstern unverdickte (behaarte) Hautabschnitte, welche ein Entfernen der Zehenpolster von dem Mittelfußpolster ermöglichen, wie es bei der Streckung der Zehen nötig ist.

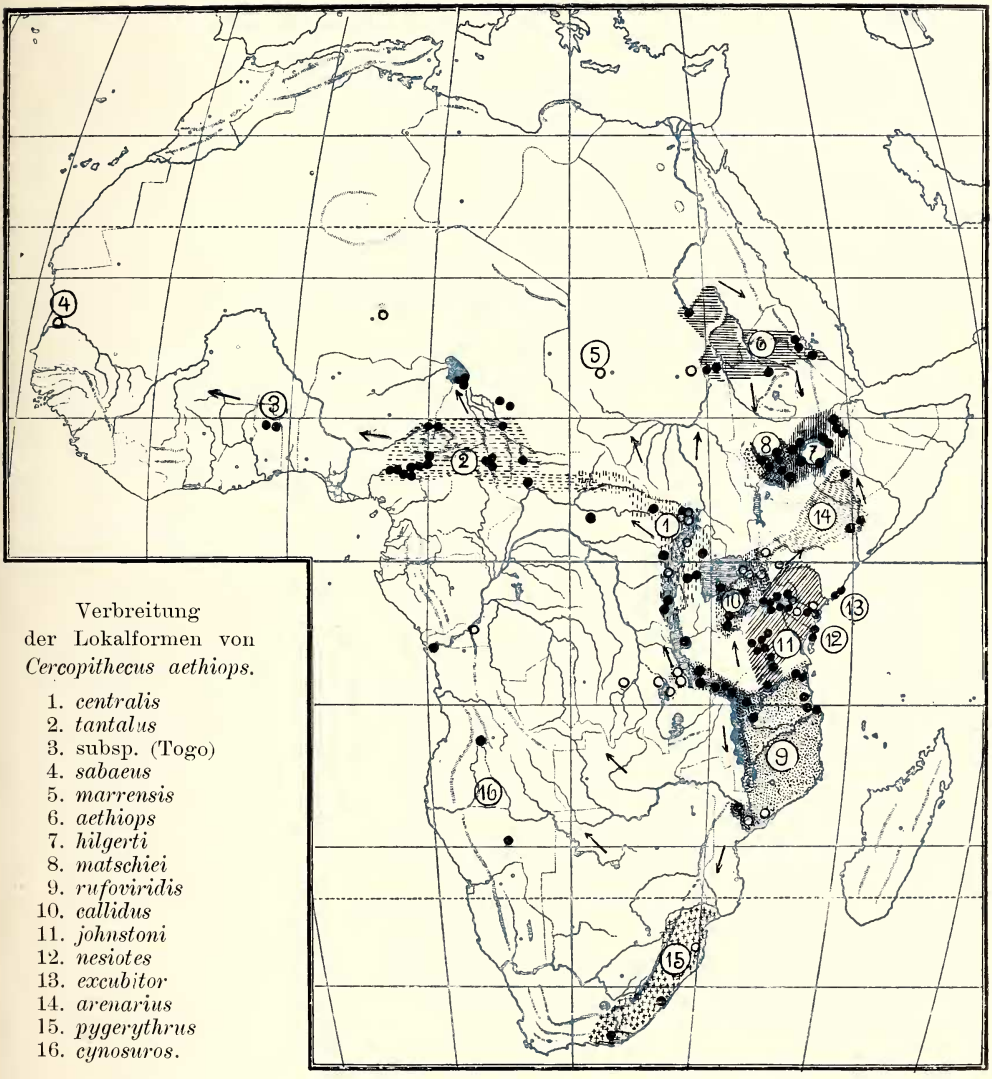
Die Polster laufen nicht unter allmählicher Verdünnung in die umgebende Hautfläche aus, sondern ihre Seitenflächen sind, wie schon gesagt wurde, rechtwinklig zur umgebenden Haut gestellt. Es bedarf daher eines äußerst feinen mechanischen Aufbaues, damit die Polster bei den ruckartigen Belastungen, wie sie beim Laufen und Springen vorkommen, nicht verrutschen. Eine erschöpfende Analyse dieses Aufbaues wird vielleicht nie möglich sein, schon deswegen nicht, weil man, um in das Innere einzudringen, die Polster zerschneiden muß. Eine befriedigende bildliche Darstellung scheitert auch daran, daß es bei den bindegewebigen Zügen nicht nur auf die Anordnung in der Länge und Breite, sondern auch auf die nach der Tiefe (in dorsoplantarer Richtung) ankommt. Immerhin ist das, was ich geben kann, mehr als von der Katze schon bekannt ist.

An dem Aufbau des Polsters beteiligt sich Fettgewebe, fibröses Bindegewebe und elastische Substanz, letztere in reichlichem Maaße. Die elastische Substanz tritt in mehr indifferenter Form auf, doch so, daß an einigen Stellen das Fettgewebe, an einigen die elastische Substanz den Charakter mehr bestimmt. Das faserige Bindegewebe dagegen ist in mehr differenzierter Form, in Gestalt von „Bändern" vorhanden. Bei diesen lassen sich drei Spannungsrichtungen unterscheiden: eine quere, eine longitudinale und eine dorsoplantare, wobei allerdings die einzelnen Bänder zwischen zweien dieser Richtungen vermitteln können.

a) Sehr eigentümlich und durch die Art seines Ursprunges am meisten auffallend ist ein längs gerichteter Zug, der als 4 mm breite feste Sehne an der Sehnenplatte der langen Zehenbeuger (s. S. 76) entspringt, zwischen den von dieser zum Flexor brevis gehenden Muskelbündeln, von denen später gesprochen werden wird, hindurchtritt und sich dabei zu einer dreieckigen Platte verbreitert. Von dieser Platte gehen nach vorn divergirend oberhalb des sogleich zu nennenden queren Zuges (dem Knochen näher als dieser) zwei sehnenartige Bänder zur Haut des Seitenrandes des Polsters.

b) Dem proximalen Rande des Polsters eingelagert ist ein starker bogenförmiger 8 mm breiter Zug, welcher einerseits an der lateralen Seite des Köpfchens des fünften Metatarsale, andererseits an der medialen Seite des Köpfchens des zweiten Metatarsale befestigt ist, nicht eigentlich am Knochen sondern in dem dichten Bindegewebe, welches die Gelenkstellen bedeckt.

(Fortsetzung nächstes Heft).



Zu E. SCHWARZ, Die Meerkatzen der *Cercopithecus aethiops*-Gruppe.

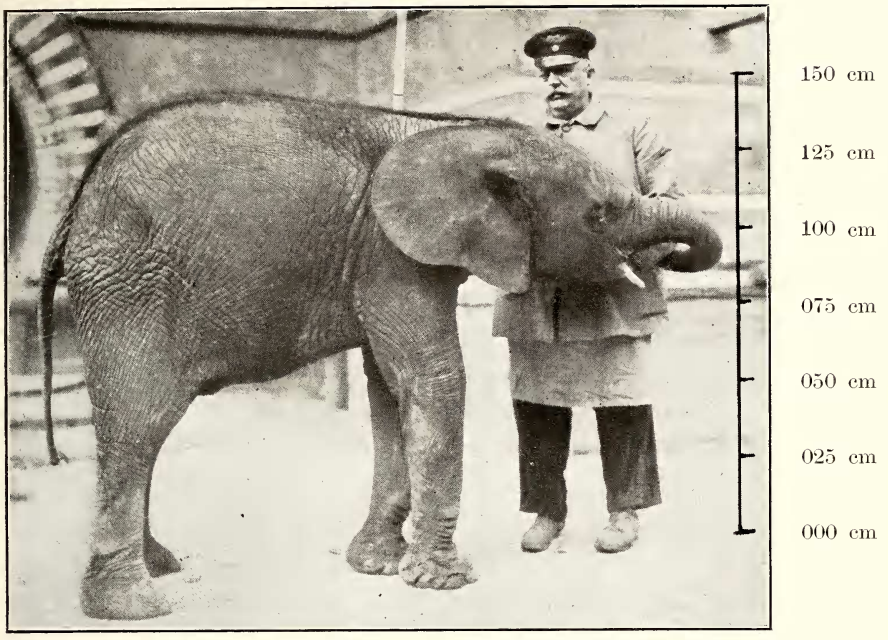


Abbildung 2: *Loxodonta africana pumilio* NOACK. Zool. Garten Berlin phot.

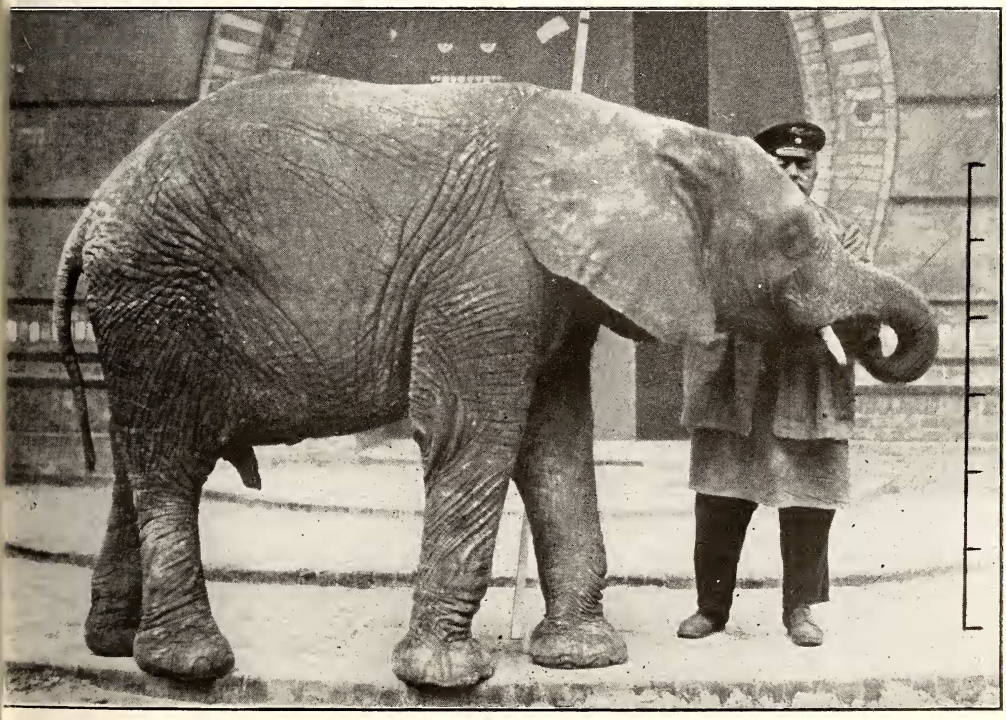


Abbildung 3: *Loxodonta africana knochenhaueri* MTSCH. Zool. Garten Berlin phot.

Zu POHLE, Notizen über afrikanische Elephanten.

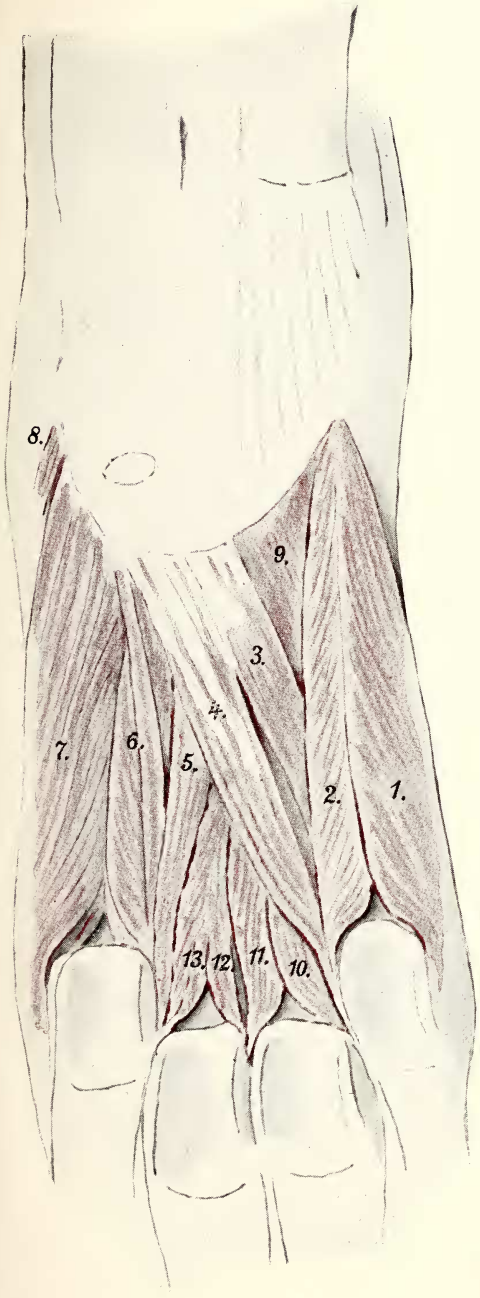


Abb. 11.

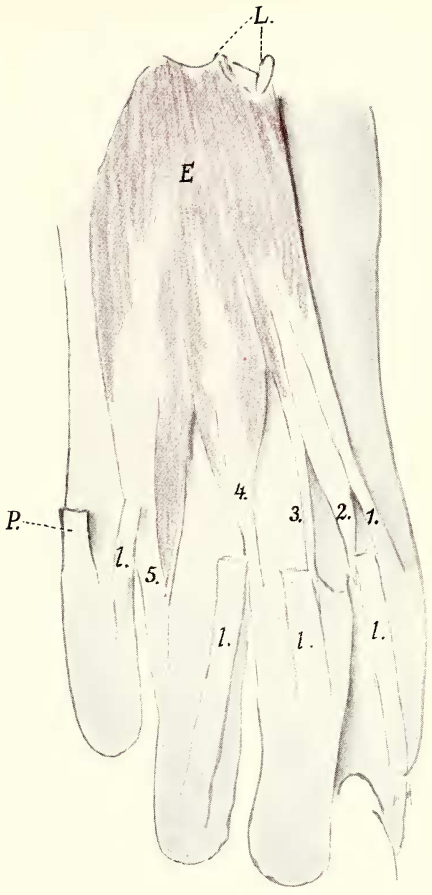


Abb. 9.

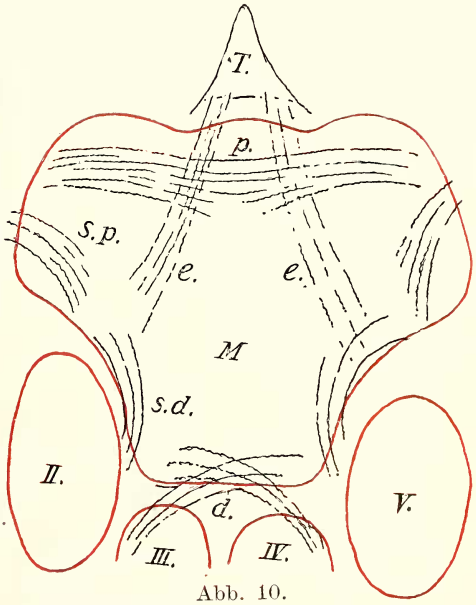


Abb. 10.

Zu H. VIRCHOW. Mechanik der Tigerzehen.

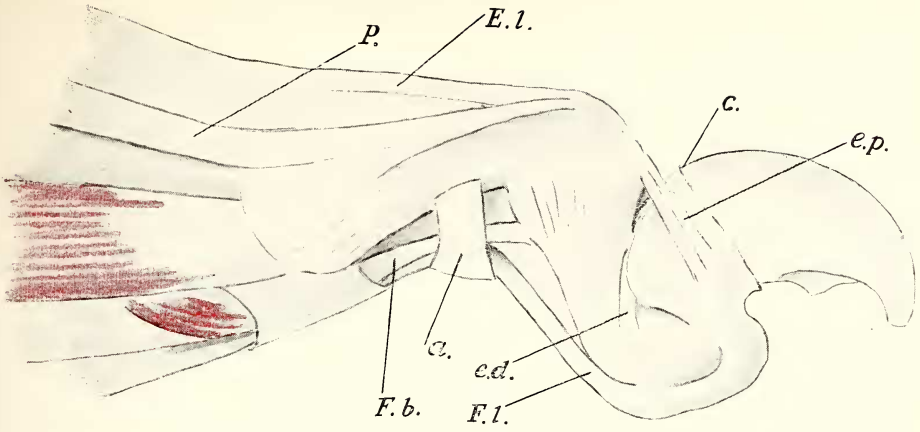
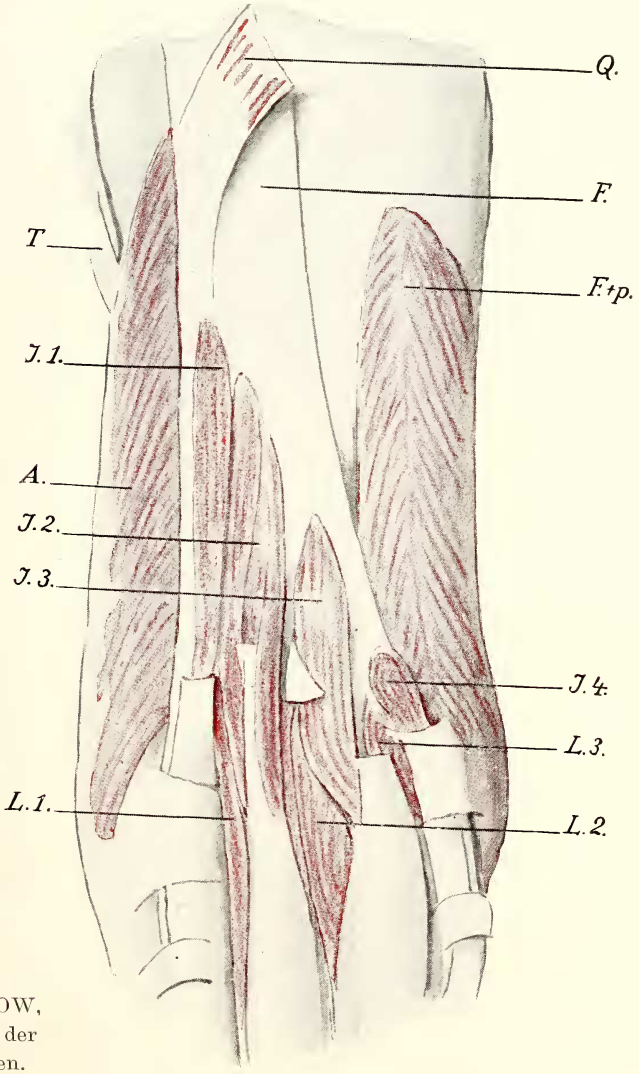


Abbildung 12.



Zu
H. VIRCHOW,
Mechanik der
Tigerzehen.

Abbildung 13.

Zeitschrift für Säugetierkunde

Im Auftrage der

Deutschen Gesellschaft für Säugetierkunde

e. V.

herausgegeben von

Dr. Hermann Pohle,

Geschäftsführer der Deutschen Gesellschaft für Säugetierkunde.

SMITHSONIAN INSTITUTION
FEB - 1930
NATIONAL MUSEUM

I. Band Heft 2 24. 12. 1926

92 u. IV Seiten Text und 2 Tafeln

Berlin 1926

In Kommission bei Dr. W. Stichel, Hermsdorf